A Ciência

Simon Schwartzman
Professor do Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro
Pesquisador do Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil da Fundação Getúlio Vargas

O que é "ciência"? Conhecimento verdadeiro, por oposição ao conhecimento errado ou duvidoso? O resultado de experiências, em contraste com o que sabemos pelo senso comum? Conhecimento medido, quantificado, e não aquele que adquirimos intuitivamente? A Verdade, com V maiúsculo, em contraste com as verdades menores? Um privilégio dos sábios e iniciados, nunca acessível às massas? Um fator da produção, como o capital, o trabalho e a tecnologia? Aquilo que fazem os cientistas?

Nenhuma dessas respostas é satisfatória, e no entanto cada uma delas corresponde a noções que muitas vezes encontramos entre cientistas, educadores, filósofos e estudiosos dos fenômenos científicos. Não existe um conceito único e consensual sobre o que seja "ciência", mas noções que variam ao longo do tempo e do espaço. Além disso, existem sociedades e períodos históricos que produzem mais e melhor "ciência" do que outros, ou ciência de um ou outro tipo. Como explicar essas variações? De que elas dependem? Que influência tem a ciência no desenvolvimento ou na mudança das sociedades? Será ela um simples subproduto de condições econômicas e sociais mais gerais, ou terá um efeito específico e próprio? Finalmente, como fazer se queremos ter mais ciência, de melhor qualidade e com um impacto social mais significativo? Como desenvolver uma política científica adequada?

Galileu

da Ciência

Estas perguntas mostram que "ciência" não é uma coisa simples, que se possa definir com facilidade recorrendo a uma boa enciclopédia. Trata-se de um fenômeno social e humano bastante complexo e variado, suficientemente importante para gerar todo um esforço para compreendê-lo e poder em seguida agir sobre ele. Esta é a origem da "ciência da ciência", e mais especificamente da sociologia da ciência, que trata de examinar o fenômeno científico como um fato social.

A mais antiga das ciências da ciência é a filosofia. Os filósofos de todos os tempos observam que os homens conhecem a natureza, mas o fazem de maneira imperfeita e variável. Como é possível, perguntam-se, chegar a conhecimentos verdadeiros e indiscutíveis? A tarefa da filosofia consistiu, durante séculos, em estabelecer o melhor método do conhecimento verdadeiro, e depois aplicá-lo para o entendimento do mundo, da religião e da moral. Nesta tradição, o Verdadeiro, o Bom e o Bem eram quase sempre considerados inseparáveis. Quando Descartes propôs o método da enumeração das "idéias claras e distintas", passou pela prova da existência de Deus para chegar ao mundo empírico. Toda a discussão clássica sobre a estrutura e as origens do sistema solar representou, ao mesmo tempo, um desenvolvimento de novas técnicas de observação e análise dos fenômenos, e uma grande especulação de tipo filosófico e religioso. A obra clássica de Newton sobre mecânica celeste se chamava, em latim, *Princípios matemáticos da filosofia natural*, e pretendia inaugurar tanto uma nova maneira de conhecer a natureza quanto demonstrar a harmonia divina do Universo. Os enciclopedistas e positivistas franceses pretendiam chegar, pela ciência, a uma nova ética e a uma nova religião que substituíssem as antigas, contaminadas — segundo acreditavam — pela superstição e pela metafísica.

A revolução mais importante dos últimos séculos no campo da filosofia da ciência talvez tenha sido a obra de Immanuel Kant, que propunha uma separação profunda e insuperável entre o conhecimento empírico e o conhecimento filosófico, tratando de estabelecer as condições de possibilidade de cada um deles. Para Kant, a observação empírica, a utilização da lógica matemática e da razão obedeciam a uma estrutura geral de relacionamento entre a percepção e a observação (ou "sensibilidade") que poderia ser estabelecida e servir de base para todo o conhecimento científico futuro. Era, no entanto, um conhecimento das aparências, dos fenômenos. As verdades morais e religiosas só poderiam ser obtidas por outra via, a da razão prática, que teria como ponto de partida uma atitude ética do homem em relação a si próprio e a seus semelhantes. Uma das conseqüências importantes das idéias de Kant foi, assim, separar o estudo das condições do conhecimento científico (a lógica, a epistemologia, a filosofia crítica) da discussão das questões éticas, religiosas e cosmológicas que também preocupavam os filósofos.

A idéia kantiana de que seria possível estabelecer, no plano lógico, as condições mais gerais para o conhecimento científico geraria uma literatura cada vez mais vasta e especializada, grande parte da qual englobada, neste século, pelos termos "neopositivismo" ou "positivismo lógico". Nesta corrente, despontam nomes como Carnap, Wittgenstein, Popper e Russell. Hegel, um discípulo de Kant, tratou de voltar atrás na distinção entre os dois tipos de conhecimento, dando origem a pelo menos duas linhas de especulação filosófica, a da busca de uma nova lógica, a dialética, e a da busca de novos fundamentos para o conhecimento das essências, a fenomenologia — da qual surge, entre outras correntes, o existencialismo.

Entretanto, enquanto os filósofos especulavam sobre as possibilidades da ciência, os cientistas continuavam seu trabalho, indiferentes, na maior parte dos casos, ao que os filósofos pensavam ou diziam. Que fazem, na verdade, os cientistas? De onde tiram suas idéias, seus métodos, suas conclusões? Como conseguem convencer os outros de suas verdades? Para muitos, foi ficando claro que a ciência só poderia ser realmente entendida se a ela fossem aplicados os mesmos métodos de observação e inferência que a ciência emprega para o conhecimento de fenômenos naturais e sociais. Em outros termos, se fosse constituída uma ciência empírica da ciência.

Loredano

Newton

A sociologia do conhecimento, quase toda ela desenvolvida a partir do marxismo, foi uma das grandes tentativas de estabelecer uma ciência da ciência. Para Marx, a vida social se organizaria a partir do trabalho e da apropriação social de seu produto, feita freqüentemente de forma conflitiva e alienante. Esta seria a infra-estrutura sobre a qual as outras criações humanas — a religião, a arte, a moral, o direito, o conhecimento — se apoiariam. Para entender o judaísmo, dizia Marx, não interessa o que o judeu faz nos sábados, e sim o que faz nos dias de semana. Para entender uma lei, há que ver a quais interesses ela serve. Para entender a ciência moderna, é necessário ver que ela faz parte do capitalismo, e tem por objetivo garantir seu crescimento e sua continuidade.

Era uma maneira totalmente revolucionária de ver as coisas. De fato, é impossível negar, em termos amplos, que a ciência moderna e o capitalismo cresceram juntos. Agora, seria possível olhar para trás e ver a oposição entre a Igreja Católica e Galileu como uma manifestação do conflito entre o feudalismo medieval e o capitalismo nascente; atribuir ao sistema de Newton a função de justificar a nova ordem burguesa; tratar de explicar o crescimento da ciência e da técnica na Alemanha, na Inglaterra e na França do século XIX pela força do capitalismo nesses países; e até mesmo sugerir que as noções de relatividade e indeterminismo, introduzidas na física do século XX, têm a ver com a decadência do capitalismo e com o surgimento de uma nova ordem socialista, que traria consigo, presumivelmente, uma ciência mais profundamente verdadeira.

Não faltou quem propusesse estas e muitas outras teses semelhantes. Um dos grandes problemas da sociologia do conhecimento foi ter ido muito além do estudo e da observação dos fatores sociais que condicionam a atividade científica e outras formas de conhecimento humano, e ter tentado, como uma nova filosofia, estabelecer aprioristicamente as condições, os limites e a própria validade ética e científica deste conhecimento. Engels, o amigo e protetor de Marx, escreveu uma *Dialética da natureza*, com a qual pretendia fundar uma nova ciência natural que, liberta da lógica formal burguesa, seria própria do mundo socialista a ser implantado. Décadas depois foi a vez de Lênin, com seu *Materialismo e empirocriticismo*, onde denunciava os desvios ideológicos da ciência "agnóstica" do capitalismo.

Se nas ciências naturais a tentativa de distinguir um conhecimento "socialista" de um conhecimento "burguês" não avançou, nas ciências sociais ela foi muito mais longe, e ainda hoje tem seus defensores. Para o filósofo húngaro Georg Lukács, por exemplo, haveria um limite do que a ciência social burguesa pudesse conhecer, dado pelos interesses dessa classe; só uma ciência proletária poderia realmente entender as contradições do capitalismo e prever sua transformação e queda. Difundidas na França na década de 50 por Lucien Goldmann, essas idéias levaram a considerar todas as diferenças de opinião ou de metodologia na análise dos fatos sociais como formas disfarçadas de luta de classes — de um lado os empiristas, funcionalistas, defensores dos conhecimentos limitados e da ordem social, e do outro os dialéticos, holistas, preocupados com a totalidade, a mudança social e o futuro.

Em geral, os cientistas dedicaram à sociologia do conhecimento a mesma indiferença que haviam dedicado aos epistemólogos, criando novos métodos, ultrapassando os limites e as camisas-de-força que os filósofos e sociólogos do conhecimento tratavam de lhes imputar. Mais sério que os eventuais equívocos provocados por extrapolações extremas da intuição original marxista, entretanto, foram os efeitos da politização introduzida na área científica pela tradução automática de diferenças de teoria, percepção e opinião em conflitos ideológicos partidários ou classistas. Ficou célebre o triste destino da pesquisa genética na URSS, quando a questão da transmissão dos caracteres adquiridos se transformou em dogma político-partidário, levando seus opositores a serem tratados como inimigos do socialismo e vitimados pelo ostracismo ou pelo exílio. As ciências sociais também fenecem quando demasiadamente próximas de partidos ou regimes políticos preocupados em utilizá-las para seus fins imediatos. O próprio marxismo tem hoje seus grandes centros nas universidades da Europa ocidental, e não, como pensariam Lukács e seus seguidores, junto aos grandes partidos comunistas ou nos países do bloco socialista. Da mesma forma, falhou nos EUA a tentativa de criar, às custas de fortes subvenções, uma nova teoria do desenvolvimento e da modernização social que tivesse como ponto culminante a internacionalização do *american way of life*.

A sociologia da ciência de nossos dias não abandonou a idéia de que a atividade científica, como qualquer atividade humana, depende de condicionantes sociais. Mas isto agora é feito com muito mais cuidado, com uma compreensão bem mais aguda das características mais próprias do trabalho científico, e com a utilização intensa da observação empírica, seja de tipo histórico, seja de tipo quantitativo e sistemático. Qualquer tentativa de resumir as principais conclusões da sociologia da ciência hoje deveria incluir pelo menos os seguintes itens.

Primeiro, a atividade científica não é uma simples decorrência de características muito gerais do sistema econômico e social, mas depende de estruturas e sistemas sociais muito mais delicados e específicos. O trabalho científico exige grupos de pessoas dedicadas profissionalmente a ele; uma ética que valorize o conhecimento, e prestigie aqueles que o busquem; um sistema de incentivos para o trabalho científico que lhe permita atrair os melhores talentos, e uma cultura que dê lugar ao surgimento de novos conhecimentos pela observação e a análise racional, em contraste com aquelas onde predominam os conhecimentos ritualizados e carregados de afetividade. O trabalho científico necessita, ainda, que os cientistas sejam os principais avaliadores e juízes de seu trabalho, e que não tenham que submeter suas conclusões à aprovação de outras instâncias, religiosas, políticas ou institucionais.

Uma segunda constatação é a de que não tem sentido falar, a não ser em termos muito gerais, de "ciência", e muito menos de "ciência e tecnologia", como de uma coisa única. É muito distinto, por exemplo, o trabalho científico em física teórica, parasitologia, química analítica ou teoria econômica. Além das óbvias diferenças de conteúdo, existem verdadeiras "subculturas" científicas, cada qual com seus procedimentos de verificação e demonstração, seus padrões de trabalho, suas formas de comunicação, e a maneira de se relacionarem com outras disciplinas e instituições de trabalho científico. A pesquisa tecnológica, por sua vez, obedece freqüentemente a uma lógica e a condicionamentos totalmente diferentes dos da pesquisa científica. Ela tende a responder de maneira muito mais imediata a incentivos econômicos e militares, é mais suscetível a sistemas de planejamento e a controles externos, e tende a ter custos muito mais altos.

Terceiro, as ligações entre pesquisa científica, pesquisa tecnológica, industrialização, educação superior etc. são muito mais complexas e imprevisíveis do que muitas vezes se supõe. De maneira geral, um bom desenvolvimento científico e tecnológico necessita de todas essas coisas ao mesmo tempo — uma indústria desenvolvida, um bom sistema universitário, instituições de pesquisa bem constituídas etc. No entanto, existem variações importantes e espaços para inovação e mudança. Não parece haver dúvidas, por exemplo, de que a Inglaterra, a Alemanha e o Japão desenvolveram seus sistemas educacionais muito antes de suas indústrias; existem países, como a Índia, que desenvolveram sua ciência sem maior impacto em sua industrialização, e outros, como a Bélgica, que se modernizaram e industrializaram com sistemas científicos e tecnológicos bastante modestos. Nos últimos anos, os EUA vêm reduzindo sua liderança absoluta na pesquisa científica internacional, sem que isso esteja relacionado com uma redução efetiva de seu potencial econômico.

Finalmente, a atividade científica e tecnológica não responde muito bem a tentativas de planejá-la e orientá-la para objetivos politicamente definidos. A partir da Segunda Guerra Mundial, principalmente, desenvolveu-se em todo mundo a idéia de que a pesquisa científica precisava ser incentivada, planejada e utilizada como fator de desenvolvimento econômico e social. Em muitos países, foram criados ministérios, conselhos e centros nacionais de ciência e tecnologia. Era um objetivo que já vinha sendo buscado pela União Soviética desde os anos 20 e que ganhou grande aceitação no Ocidente graças, pelo menos em parte, ao trabalho incansável de J. D. Bernal, cientista inglês que foi autor de texto famoso, *A função social da ciência*, publicado nos anos 30, e liderou o envolvimento dos cientistas ingleses no esforço de guerra de seu país.

No entanto, parece haver uma certa correlação inversa entre o poder dessas instituições de política científica e a qualidade e relevância dos trabalhos científicos produzidos nos diversos países. Uma razão óbvia para isto é que, quando existe forte demanda econômica para a pesquisa tecnológica, quando o sistema educacional é de boa qualidade e as instituições científicas são prestigiadas e bem constituídas, o planejamento da ciência e da tecnologia torna-se na realidade pouco necessário — e vice-versa. Menos trivialmente, as tentativas de submeter a pesquisa científica a mecanismos de planejamento podem muitas vezes violar uma das condições essenciais para o trabalho científico bem-sucedido, que são a sua autonomia e sua auto-

Kant

Hegel

regulação. Por outra parte, não há dúvida de que certos objetivos tecnológicos de grande porte, da viagem à Lua à implantação de uma indústria de computadores, só podem ser atingidos se buscados por meio de um planejamento cuidadoso e detalhado.

Além de generalizações como as feitas acima, a moderna sociologia da ciência tem podido desenvolver conhecimentos bastante específicos sobre diferentes países, áreas de conhecimento, tipos de instituição e períodos históricos. Isto tem sido possível, em grande parte, graças à utilização interna dos mais diferentes métodos de observação e análise, da história à observação de tipo antropológico, chegando à utilização cada vez mais complexa de métodos estatísticos por computador.

A história da ciência é hoje um campo de pesquisa bem estabelecido, que tem como objetivo conhecer em profundidade as diversas formas e os diversos contextos em que a atividade dita "científica" se desenvolveu em diferentes tempos e países. É através da história da ciência que é possível observar, em detalhe, o relacionamento entre o conhecimento científico, a filosofia, o desenvolvimento da educação e as transformações econômicas e sociais. É ela que mostra a complexidade do surgimento de novas idéias e teorias, que são sempre uma combinação, geralmente difícil de antever, entre a necessidade intelectual de compatibilizar informações aparentemente díspares com motivações, preocupações e visões de mundo de determinada época ou de determinado setor da sociedade. Seus temas vão desde as questões mais "internas" à atividade científica — o surgimento da física newtoniana, o evolucionismo e sua implantação, o surgimento da psicologia experimental, a história da química — até as mais "externas" — a formação das sociedades e academias científicas, as transformações das universidades, as condições de surgimento e crescimento das comunidades científicas etc.

No outro extremo, a atividade científica é traduzida em números, que depois são examinados em suas tendências mais globais: quantidade de artigos publicados, doutores formados, patentes, citações, recursos investidos. Derek de Solla Price, um pioneiro nesses estudos, foi capaz de mostrar que a ciência tem uma tendência histórica ao crescimento exponencial, duplicando suas dimensões a cada dez ou vinte anos, o que leva a inferências significativas tanto sobre a natureza necessariamente aberta da pesquisa científica quanto sobre os possíveis efeitos da estagnação ou da redução de seu crescimento. A análise das redes de citações nos artigos científicos, possível graças aos grandes bancos de dados bibliográficos que estão sendo formados em todo o mundo, permite determinar as "comunidades invisíveis" formadas pelos cientistas, a estruturação de novas áreas interdisciplinares de pesquisa, e desenvolver indicadores da atualização, provincianismo, hegemonia ou endogenia dos diversos centros ou núcleos de trabalho científico. A publicação, em 1979, do livro *Vida de laboratório - a construção social dos fatos científicos*, de Bruno Latour e Steve Woolgar, provocou uma pequena revolução na sociologia da ciência, ao buscar reconstruir, pela observação quotidiana do trabalho dos cientistas, as formas pelas quais o conhecimento científico é de fato pesquisado e constituído.

A ciência da ciência é hoje uma atividade multidisciplinar, com muitas abordagens distintas das que apresentamos aqui. Existe todo um campo para os estudos econômicos da ciência e da tecnologia, que engloba desde a análise dos mecanismos de financiamento da pesquisa até o processo de difusão de novas tecnologias na indústria e seu impacto na atividade econômica. Psicólogos e educadores se dedicam à compreensão dos processos mais individuais de desenvolvimento da capacidade criativa e seus condicionantes sociais, culturais e institucionais. Cientistas políticos se debruçam sobre as instituições governamentais voltadas para o financiamento e eventual controle da atividade científica, suas características, seu poder efetivo, seu impacto e seu processo de tomada de decisões. Os cientistas, como um grupo social importante, dotado de aspirações, ideologias e pretensões de influência e poder, são objeto de outros tipos de estudo sociológico.

Ao mesmo tempo, a epistemologia não desapareceu, e nem a preocupação com as eventuais relações entre as idéias desenvolvidas pelos cientistas e seu ambiente cultural, social e econômico. Só que, hoje, a epistemologia e a sociologia do conhecimento já não se fazem mais de forma vazia e especulativa, mas se utilizando tanto quanto possível da riqueza de informações proporcionada pela história, pela sociologia, pela economia e as demais disciplinas que, em seu conjunto, dão forma à nova ciência da ciência.

As ciências da ciência são um campo de estudo relativamente novo e de desenvolvimento bastante desigual em nosso meio. No passado, eram os próprios cientistas que se dedicavam, muitas vezes, a escrever a história de suas disciplinas. A coleção de trabalhos reunidos em 1955 por Fernando de Azevedo (*As ciências no Brasil*) é até hoje insuperável pela riqueza, abrangência e profundidade de muitos dos trabalhos que contém. Estudos que tratem de examinar os condicionamentos culturais, sociais e políticos da pesquisa científica são mais recentes. O trabalho mais abrangente nessa linha talvez tenha sido o realizado nos anos 70 através do setor de estudos e pesquisas da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep): *Formação da comunidade científica no Brasil*. As entrevistas realizadas para este estudo com cerca de setenta entre os cientistas brasileiros mais importantes estão depositadas no Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea (Cpdoc) da Fundação Getúlio Vargas, para servirem de referência a estudos futuros.

A Finep também deu origem a toda uma linha de trabalhos sobre demanda, difusão, adoção e produção de pesquisa tecnológica, que hoje continuam a ser desenvolvidos no Instituto de Economia Industrial da UFRJ e em uma série de outras instituições. A análise econômica da tecnologia em seus diferentes aspectos é hoje uma área de conhecimentos bastante desenvolvida internacionalmente, e bastante forte em nosso meio. A Universidade de São Paulo tem um núcleo de estudos de história da ciência, e existe um programa de administração para a pesquisa científica e tecnológica junto à Faculdade de Economia e Administração da USP.

A partir dos anos 80, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) deu início a um programa de apoio aos centros de ensino e pesquisa sobre política científica e tecnológica em todo o país, reunindo cerca de 15 núcleos em diversos estados. O apoio do CNPq tem consistido no financiamento de projetos de pesquisa, difusão de informações bibliográficas, promoção de encontros, vinda de professores visitantes etc. Um exame dos projetos de pesquisa desenvolvidos por esses núcleos mostra a predominância de temas econômicos — ligados ao processo de adoção e difusão de novas tecnologias — e sociais, relacionados aos possíveis impactos de novas tecnologias sobre o emprego e a organização social do trabalho. Existem ainda alguns estudos sobre política tecnológica, mas muito poucos voltados para a organização da atividade científica enquanto tal.

Finalmente, quase não existem trabalhos sobre a história "interna" e os condicionamentos dos próprios conteúdos da pesquisa científica e tecnológica, incluindo os fluxos de conhecimento e *know-how* entre o Brasil e o exterior e seu impacto em nosso meio. Por outro lado, embora a maior parte da pesquisa científica brasileira se desenvolva nas universidades, ainda se sabe muito pouco sobre a verdadeira repercussão que a pesquisa tem no ensino, ou sobre a influência que tem o ambiente universitário sobre a pesquisa que nele se faz. Há, pois, um longo caminho a percorrer para que a ciência da ciência se consolide no Brasil e comece a contribuir de forma efetiva para o melhor encaminhamento da pesquisa científica brasileira.

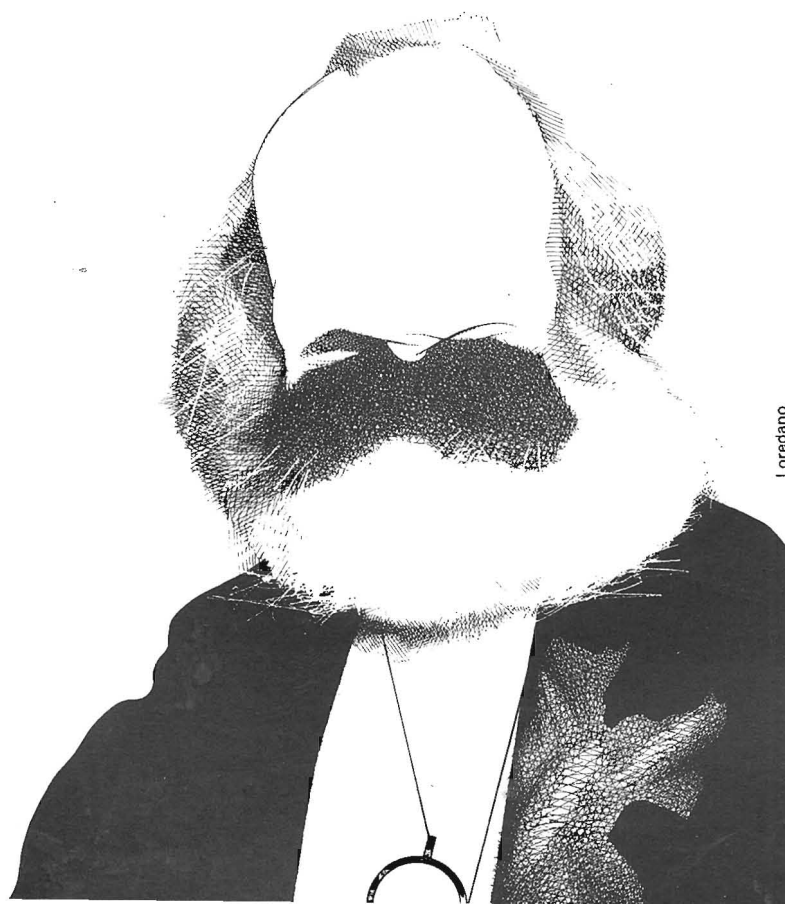
Loredano

SUGESTÕES PARA LEITURA

Estão traduzidos para o português alguns dos textos clássicos da moderna "ciência da ciência": Derek de Solla Price, *O desenvolvimento da ciência* (Rio, Livros Técnicos e Científicos, 1976; trad. Simão Mathias), Thomas S. Khun, *A estrutura das revoluções científicas* (São Paulo, Perspectiva, 1975), e Joseph Ben-David, *O papel do cientista na sociedade* (São Paulo, Pioneira/EDUSP, 1974; trad. Dante Moreira Leite).

Sobre o desenvolvimento da atividade científica no Brasil, veja Fernando de Azevedo (editor), *As ciências no Brasil* (São Paulo, Melhoramentos, 1955, 2 vols.), Nancy Stepan, *Gênese e evolução da ciência brasileira* (Rio, Artenova, 1976), Vanya Sant'Anna, *Ciência e sociedade no Brasil* (São Paulo, Símbolo, 1976), Regina Lúcia Moraes Morel, *Ciência e Estado: a política científica no Brasil* (São Paulo, T. A. Queiroz, 1979), Simon Schwartzman e outros, *Formação da comunidade científica no Brasil* (São Paulo e Rio, Cia. Editora Nacional/Finep, 1979), Mário Ferri e Shozo Motoyama, *História da ciência no Brasil* (São Paulo e Brasília, EDUSP/EPU/CNPq, 1979-81, 3 vols.).

Dois clássicos sobre o tema não foram traduzidos: John D. Bernal, *Social Function of Sciences* (Nova York, Macmillan, 1973), e Bruno Latour e Steve Woolgar, *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts* (Beverly Hills Sage Publications, 1979).

Para uma revisão geral desta literatura, com ênfase nos estudos de tipo econômico, não vistos aqui, veja Fábio E. Erber, *Política científica e tecnológica no Brasil: uma revisão da literatura*, *in* Resenhas de economia brasileira, João Sayad (São Paulo, Saraiva, 1979).

A Ciência da Ciência

Simon Schwartzman

Publicado em *Ciência Hoje* (Rio de Janeiro, SBPC), vol 2, 11, Março-Abril, 1984, 54-59.

O que é "ciência"? Conhecimento verdadeiro por oposição ao conhecimento errado ou duvidoso? O resultado de experiências. em contraste com o que sabemos pelo senso comum? Conhecimento medido, quantificado, e não aquele que adquirimos intuitivamente? A Verdade, com V maiúsculo. em contraste com as verdades menores? Um privilégio dos sábios e iniciados, nunca acessível às massas? Um fator da produção, como o capital, o trabalho e a tecnologia? Aquilo que fazem os cientistas?

Nenhuma dessas respostas é satisfatória, e no entanto cada uma delas corresponde a noções que muitas vezes encontramos entre cientistas, educadores. filósofos e estudiosos dos fenômenos científicos. Não existe um conceito único e consensual sobre o que seja "ciência", mas noções que variam ao longo do tempo e do espaço. Além disso, existem sociedades e períodos históricos que produzem mais e melhor "ciência" do que outros, ou ciência de um ou outro tipo. Como explicar essas variações? De que elas dependem? Que influência tem a ciência no desenvolvimento ou na mudança das sociedades? Será ela um simples subproduto de condições econômicas e sociais mais gerais, ou terá um efeito específico e próprio? Finalmente, como fazer se queremos ter mais ciência, de melhor qualidade e com um impacto social mais significativo? Como desenvolver uma política científica adequada?

Estas perguntas mostram que "ciência" não é uma coisa simples, que se possa definir com facilidade recorrendo a uma boa enciclopédia. Trata-se de um fenômeno social e humano bastante complexo e variado, suficientemente importante para gerar todo um esforço para compreendê-lo e poder em seguida agir sobre ele. Esta é a origem da "ciência da ciência", e mais especificamente da sociologia da ciência, que trata de examinar o fenômeno cientifico como um fato social.

A mais antiga das ciências da ciência é a filosofia. Os filósofos de todos os tempos observam que os homens conhecem a natureza, mas o fazem de maneira imperfeita e variável. Como é possível, perguntam-se, chegar a conhecimentos verdadeiros e indiscutíveis? A tarefa da filosofia consistiu. durante séculos. em estabelecer o melhor método do conhecimento verdadeiro, e depois aplicá-lo para o entendimento do mundo, da religião e da moral. Nesta tradição, o Verdadeiro, o Bom e o Bem eram quase sempre considerados inseparáveis. Quando Descartes propôs o método da enumeração das "idéias claras e distintas", passou pela prova da existência de Deus para chegar ao mundo empírico. Toda a discussão clássica sobre a estrutura e as origens do sistema solar representou, ao mesmo tempo. um desenvolvimento de novas técnicas de observação e análise dos fenômenos e uma grande especulação de tipo filosófico e religioso. A obra clássica de Newton sobre mecânica celeste se chamava, em latim, *Princípios matemáticos da filosofia natural*, e pretendia inaugurar tanto uma nova maneira de conhecer a natureza quanto demonstrar a harmonia divina do Universo. Os enciclopedistas e positivistas franceses pretendiam chegar, pela ciência, a uma nova ética e a uma nova religião que substituíssem as antigas, contaminadas - segundo acreditavam - pela superstição e pela metafísica.

A revolução mais importante dos últimos séculos no campo da filosofia da ciência talvez tenha sido a obra de Emmanuel Kant, que propunha uma separação profunda e insuperável entre o conhecimento empírico e o conhecimento filosófico, tratando de estabelecer as condições de possibilidade de cada um deles. Para Kant, a observação empírica, a utilização da lógica matemática e da razão obedeciam a uma estrutura geral de relacionamento entre a percepção e a observação (ou "sensibilidade") que poderia ser estabelecida e servir de base para todo o conhecimento científico futuro. Era, no entanto, um conhecimento das aparências dos fenômenos. As verdades morais e religiosas só poderiam ser obtidas por outra via, a da razão prática, que teria como ponto de partida uma atitude ética do homem em relação a si próprio e a seus semelhantes. Uma das conseqüências importantes das idéias de Kant foi, assim, separar o estudo das condições do conhecimento científico (a lógica, a epistemologia, a filosofia crítica) da discussão das questões éticas, religiosas e cosmológicas que também preocupavam os filósofos.

A idéia kantiana de que seria possível estabelecer, no plano lógico, as condições mais gerais para o conhecimento científico, geraria uma literatura cada vez mais vasta e especializada, grande parte da qual englobada. neste século, pelos termos "neopositivismo" ou "positivismo lógico". Nesta corrente, despontam nomes como Carnap, Wittgenstein, Popper e Russell. Hegel, um discípulo de Kant, tratou de voltar atrás na distinção entre os dois tipos de conhecimento. dando origem a pelo menos duas linhas de especulação filosófica, a da busca de uma nova lógica, a dialética. e a da busca de novos fundamentos para o conhecimento das essências, a fenomenologia, da qual surge, entre outras correntes, o existencialismo.

Entretanto, enquanto os filósofos especulavam sobre as possibilidades da ciência. os cientistas continuavam seu trabalho, indiferentes na maior parte dos casos. ao que os filósofos pensavam ou diziam. Que fazem, na verdade, os cientistas? De onde tiram suas idéias, seus métodos, suas conclusões? Como conseguem convencer os outros de suas verdades? Para muitos, foi ficando claro que a ciência só poderia sei realmente entendida se a ela fossem aplicados os mesmos métodos de

observação e inferência que a ciência emprega para o conhecimento de fenômenos naturais e sociais. Em outros termos, se fosse constituída uma ciência empírica da ciência.

A sociologia do conhecimento, quase toda ela desenvolvida a partir do marxismo, foi uma das grandes tentativas de estabelecer uma ciência da ciência. Para Marx. a vida social se organizaria a partir do trabalho e da apropriação social de seu produto, feita. freqüentemente de forma conflitiva e alienante. Esta seria a infra-estrutura sobre a qual as outras criações humanas - a religião, a arte, a moral, o direito, o conhecimento - se apoiariam. Para entender o judaísmo, dizia Marx. não interessa o que o judeu faz nos sábados, e sim o que faz nos dias de semana. Para entender uma lei, há que ver a quais interesses ela serve. Para entender a ciência moderna é necessário ver que ela faz parte do capitalismo, e tem por objetivo garantir seu crescimento e sua continuidade.

Era uma maneira totalmente revolucionária de ver as coisas. De fato, é impossível negar, em termos amplos, que a ciência moderna e o capitalismo cresceram juntos. Agora, seria possível olhar para trás e ver a oposição entre a Igreja Católica e Galileu como uma manifestação do conflito entre o feudalismo medieval e o capitalismo nascente; atribuir ao sistema de Newton a função de justificar a nova ordem burguesa; tratar de explicar o crescimento da ciência e da técnica na Alemanha, na Inglaterra e na França do século XIX pela força do capitalismo nesses países; e até mesmo sugerir que as noções de relatividade e indeterminismo, introduzidas na física do século XX, têm a ver com a decadência do capitalismo e com o surgimento de uma nova ordem socialista, que traria consigo, presumivelmente, uma ciência mais profundamente verdadeira.

Não faltou quem propusesse estas e muitas outras teses semelhantes. Um dos grandes problemas da sociologia do conhecimento foi ter ido muito além do estudo e da observação dos fatores sociais que condicionam a atividade científica e outras formas de conhecimento humano, e ter tentado, como uma nova filosofia, estabelecer aprioristicamente as condições, os limites e a própria validade ética e científica deste conhecimento. Engels, o amigo e protetor de Marx, escreveu uma *Dialética da Natureza*, com a qual pretendia fundar uma nova ciência natural que, liberta da lógica formal burguesa, séria própria do mundo socialista a ser implantado . Décadas depois foi a vez de Lênin- com seu *Materialismo e Empiro-criticismo*, onde denunciava os desvios ideológicos da ciência "agnóstica" do capitalismo.

Se nas ciências naturais a tentativa de distinguir um conhecimento "socialista" de um conhecimento "burguês" não avançou, nas ciências sociais ela foi muito mais longe, e ainda hoje tem seus defensores. Para o filósofo húngaro Georg Lukács, por exemplo, haveria um limite do que a ciência social burguesa pudesse conhecer, dado pelos interesses dessa classe: só uma ciência proletária poderia realmente entender as contradições do capitalismo e prever sua transformação e queda. Difundidas na França na década de 50 por Lucien Goldmann, essas idéias levaram a considerar todas as diferenças de opinião ou de metodologia na análise do os fatos sociais como formas disfarçadas de luta de classes - de um lado os empiristas, funcionalistas, defensores dos conhecimentos limitados e da ordem social, e do outro os dialéticos, holistas, preocupados com a totalidade, a mudança social e o futuro.

Em geral, os cientistas dedicaram à sociologia do conhecimento a mesma indiferença que haviam dedicado aos epistemólogos, criando novos métodos, ultrapassando os limites e as camisas-de-força que os filósofos e sociólogos do conhecimento tratavam de lhes imputar. Mais sério que os eventuais equívocos provocados por extrapolações extremas da intuição original marxista, entretanto, foram os efeitos da politização introduzida na área científica pela tradução automática de diferenças de teoria. percepção e opinião em conflitos ideológicos partidários ou classistas. Ficou célebre o triste destino da pesquisa genética na URSS, quando a questão da transmissão dos caracteres adquiridos se transformou em dogma político-partidário, levando seus propositores a serem tratados como inimigos do socialismo e vitimados pelo ostracismo ou pelo exílio. As ciências sociais também fenecem quando demasiadamente próximas de partidos ou regimes políticos preocupados em utilizá-las para seus fins imediatos. O próprio marxismo tem hoje seus grandes centros nas universidades da Europa Ocidental, e não, como pensariam Lukács e seus seguidores, junto aos grandes partidos comunistas ou nos países do bloco socialista. Da mesma forma, falhou nos EUA a tentativa de criar, às custas de fortes subvenções, uma nova teoria do desenvolvimento e da modernização social que tivesse como ponto culminante a internacionalização do *American way of life*.

A sociologia da ciência de nossos dias não abandonou a idéia de que a atividade científica, como qualquer atividade humana depende de condicionantes sociais Mas isto agora é feito com muito mais cuidado, com uma compreensão bem mais aguda das características mais próprias do trabalho científico, e com utilização intensa da observação empírica, seja de tipo histórico, seja de tipo quantitativo e sistemático. Qualquer tentativa de resumir as principais conclusões da sociologia da ciência hoje deveria incluir pelo menos os seguintes itens.

Primeiro, a atividade científica não é uma simples decorrência de características muito gerais do sistema econômico e social, mas depende de estruturas e sistemas sociais muito mais delicados e específicos. O trabalho científico exige grupos de pessoas dedicadas profissionalmente a ele; uma ética que valorize o conhecimento e prestigie aqueles que o busquem; um sistema de incentivos para o trabalho científico que lhe permita atrair os melhores talentos, e uma cultura que dê lugar ao surgimento de novos conhecimentos pela observação e a análise racional. em contraste com aquelas onde predominam os conhecimentos ritualizados e carregados de afetividade. O trabalho científico necessita, ainda, que os cientistas sejam os principais avaliadores e juízes de seu trabalho, e que não tenham que submeter suas conclusões à aprovação de outras instâncias, religiosas, políticas ou institucionais.

Uma segunda constatação é a de que não tem sentido falar, a não ser em termos muito gerais, de "ciência", e muito menos de "ciência e tecnologia", como de uma coisa única. É muito distinto, por exemplo, o trabalho científico em física teórica, parasitologia, química analítica ou teoria econômica. Além das óbvias diferenças de conteúdo, existem verdadeiras "sub-culturas" científicas, cada qual com seus procedimentos de verificação e demonstração, seus padrões dê trabalho, suas formas de comunicação, e a maneira de se relacionarem com outras disciplinas e instituições de trabalho científico. A pesquisa tecnológica, por sua vez, obedece freqüentemente a uma lógica e a condicionamentos totalmente diferentes dos da pesquisa científica. Ela tende a responder de maneira muito mais imediata a incentivos econômicos e militares, é mais suscetível a sistemas de planejamento e a controles externos, e tende a ter custos muito mais altos.

Terceiro, as ligações entre pesquisa científica, pesquisa tecnológica, industrialização, educação superior, etc. são muito mais complexas e imprevisíveis do que muitas vezes se supõe. De maneira geral, um bom desenvolvimento científico e tecnológico necessita de todas essas coisas ao mesmo tempo - uma indústria desenvolvida, um bom sistema universitário, instituições de pesquisa bem constituídas etc, No entanto, existem variações importantes e espaços para inovação e mudança. Não parece haver dúvidas, por exemplo, de que a Inglaterra, a Alemanha e o Japão desenvolveram seus sistemas educacionais muito antes de suas indústrias; existem países, como a Índia, que desenvolveram sua ciência sem maior impacto em sua industrialização, e outros, como a Bélgica, que se modernizaram e industrializaram com sistemas científicos e tecnológicos bastante modestos. Nos últimos anos, os EUA vêm reduzindo sua liderança absoluta na pesquisa científica internacional, sem que isso esteja relacionado com uma redução efetiva de seu potencial econômico.

Finalmente, a atividade científica e tecnológica não responde muito bem a tentativas de planejá-la e orientá-la para objetivos politicamente definidos. A partir da Segunda Guerra Mundial, principalmente, desenvolveu-se em todo mundo a idéia de que a pesquisa científica precisava ser incentivada, planejada e utilizada como fator de desenvolvimento econômico e social. Em muitos países, foram criados ministérios, conselhos e centros nacionais de ciência e tecnologia. Era um objetivo que já vinha sendo buscado pela União Soviética desde os anos 20 e que ganhou grande aceitação no Ocidente graças, pelo menos em parte, ao trabalho incansável de J. D. Bernal, cientista inglês que foi autor de texto famoso, *A função social da ciência,* publicado nos anos 30, e liderou o envolvimento dos cientistas ingleses no esforço de guerra de seu país.

No entanto, parece haver uma certa correlação inversa entre o poder dessas instituições de política científica e a qualidade e relevância dos trabalhos científicos produzidos nos diversos países. Uma razão óbvia para isto é que, quando existe forte demanda econômica para a pesquisa tecnológica, quando o sistema educacional é de boa qualidade e as instituições científicas são prestigiadas e bem constituídas, o planejamento da ciência e da tecnologia torna-se na realidade pouco necessário - e vice-versa. Menos trivialmente, as tentativas de submeter a pesquisa científica a mecanismos de planejamento podem muitas vezes violar duas das condições essenciais para o trabalho científico bem-sucedido, que são a sua autonomia e sua auto-regulação. Por outra parte, não há dúvida de que certos objetivos tecnológicos de grande porte, da viagem à Lua à implantação de uma indústria de computadores, só podem ser atingidos se buscados por meio de um planejamento cuidadoso e detalhado.

Além de generalizações como as feitas acima. a moderna sociologia da ciência tem podido desenvolver conhecimentos bastante específicos sobre diferentes países, áreas de conhecimento, tipos de instituição e períodos históricos. Isto tem sido possível. em grande parte graças à utilização intensa dos mais diferentes métodos de observação e analise, da história à observação de tipo antropológico, chegando à utilização cada vez mais complexa de métodos estatísticos por computador. A história da ciência é hoje um campo de pesquisa bem estabelecido, que tem como objetivo conhecer em profundidade as diversas formas e os diversos contextos em que a atividade dita "científica" se desenvolveu em diferentes tempos e países. É através da história da ciência que é possível observar, em detalhe, o relacionamento entre o conhecimento científico, a filosofia, o desenvolvimento da educação e as transformações econômicas e sociais. É ela que mostra a complexidade do surgimento de novas idéias e teorias, que são sempre uma combinação, geralmente difícil de antever, entre a necessidade intelectual dê compatibilizar informações aparentemente díspares com motivações. preocupações e visões de mundo de determinada época ou de determinado setor da sociedade. Seus temas vão desde as questões mais "internas" à atividade científica - o surgimento da física newtoniana, o evolucionismo e sua implantação, o surgimento da psicologia experimental, a história da química - até as mais "externas" - a formação das sociedades e academias científicas, as transformações das universidades, as condições de surgimento e crescimento das comunidades científicas, etc.

No outro extremo, a atividade científica é traduzida em números, que depois são examinados em suas tendências mais globais: quantidade de artigos publicados, doutores formados, patentes, citações. recursos investidos. Derek de Solla Price, um pioneiro nesses estudos, foi capaz de mostrar quê a ciência tem uma tendência histórica ao crescimento exponencial, duplicando suas dimensões a cada dez ou vinte anos, o que leva a inferências significativas tanto sobre a natureza necessariamente aberta da pesquisa científica quanto sobre os possíveis efeitos da estagnação ou da redução de seu crescimento. A análise das redes de citações nos artigos científicos, possível graças aos grandes bancos de dados bibliográficos que estão sendo formados em todo o mundo, permite determinar as "comunidades invisíveis" formadas pelos cientistas, a estruturação de novas áreas interdisciplinares de pesquisa, e desenvolver indicadores da atualização, provincianismo, hegemonia ou endogenia dos diversos centros ou núcleos de trabalho científico. A publicação, em 1979, do livro *Vida de laboratório -a construção social dos fatos científicos*, de Bruno Latour e Steve Woolgar, provocou uma pequena revolução na sociologia da ciência. ao buscar reconstruir, pela observação quotidiana do trabalho dos cientistas, as formas

pelas quais o conhecimento científico é de fato pesquisado e constituído.

A ciência da ciência é hoje uma atividade multi-disciplinar, com muitas abordagens distintas das que apresentamos aqui. Existe todo um campo para os estudos econômicos da ciência e da tecnologia, que engloba desde a análise dos mecanismos de financiamento da pesquisa até o processo de difusão de novas tecnologias na indústria e seu impacto na atividade econômica. Psicólogos e educadores se dedicam à compreensão dos processos mais individuais de desenvolvimento da capacidade criativa e seus condicionantes sociais, culturais e institucionais. Cientistas políticos se debruçam sobre as instituições governamentais voltadas para o financiamento e eventual controle da atividade científica, suas características, seu poder efetivo, seu impacto e seu processo de tomada de decisões. Os cientistas, como um grupo social importante, dotado de aspirações, ideologias e pretensões de influência é poder, são objeto de outros tipos de estudo sociológico.

Ao mesmo tempo, a epistemologia não desapareceu, e nem a preocupação com as eventuais relações entre as idéias desenvolvidas pelos cientistas e seu ambiente cultural, social e econômico. Só que, hoje, a epistemologia e a sociologia do conhecimento já não se fazem mais de forma vazia e especulativa, mas se utilizando tanto quanto possível da riqueza de informações proporcionada pela história, pela sociologia, pela economia e as demais disciplinas que, em seu conjunto, dão forma à nova ciência da ciência.

As ciências da ciência são um campo de estudo relativamente novo e de desenvolvimento bastante desigual em nosso meio. No passado, eram os próprios cientistas que se dedicavam, muitas vezes, a escrever a história de suas disciplinas. A coleção de trabalhos reunidos em 1955 por Fernando de Azevedo (*As Ciências no Brasil*) é até hoje insuperável pela riqueza, abrangência e profundidade de muitos dos trabalhos que contém. Estudos que tratam de examinar os condicionamentos culturais, sociais e políticos da pesquisa científica são mais recentes. O trabalho mais abrangente nessa linha talvez tenha sido o realizado nos anos 70 através do setor de estudos e pesquisas da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), *Formação da Comunidade Cientifica no Brasil.* As entrevistas realizadas para este estudo com cerca de setenta entre os cientistas brasileiros mais importantes estão depositadas no Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil (CPDOC) da Fundação Getúlio Vargas, para servirem de referência a estudos futuros. A FINEP também deu origem a toda uma linha de trabalhos sobre demanda, difusão adoção e produção de pesquisa tecnológica, que hoje continuam a ser desenvolvidos no Instituto de Economia Industrial da UFRJ e em uma série de outras instituições. A analise econômica da tecnologia em seus diferentes aspectos é hoje uma área de conhecimentos bastante desenvolvida internacionalmente, e bastante forte em nosso meio. A Universidade de São Paulo tem um núcleo de estudos de história da ciência, e existe um programa de administração para a pesquisa científica e tecnológica junto à Faculdade de Economia e Administração da USP.

A partir dos anos 80, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) deu início a um programa de apoio aos centros de ensino e pesquisa sobre política científica e tecnológica em todo o país, reunindo cerca de 15 núcleos em diversos estados. O apoio do CNPq tem consistido no financiamento de projetos de pesquisa, difusão de informações bibliográficas, promoção de encontros, vinda de professores visitantes etc. Um exame dos projetos de pesquisa desenvolvidos por esses núcleos mostra a predominância de temas econômicos - ligados ao processo de adoção e difusão de novas tecnologias - e sociais, relacionados aos possíveis impactos de novas tecnologias sobre o emprego e a organização social do trabalho. Existem ainda alguns estudos sobre política tecnológica, mas muito poucos voltados para a organização da atividade científica enquanto tal.

Finalmente, quase não existem trabalhos sobre a história "interna" e os condicionamentos dos próprios conteúdos da pesquisa científica e tecnológica, incluindo os fluxos de conhecimento e *know-how* entre o Brasil e o exterior e seu impacto em nosso meio. Por outro lado, embora a maior parte da pesquisa cientifica brasileira se desenvolva nas universidades, ainda se sabe muito pouco sobre a verdadeira repercussão que a pesquisa tem no ensino, ou sobre a influência que tem o ambiente universitário sobre a pesquisa que nele se faz. Há, pois, um longo caminho a percorrer para que a ciência da ciência se consolide no Brasil e comece a contribuir de forma efetiva para o melhor encaminhamento da pesquisa científica brasileira.

SUGESTÕES PARA LEITURA

Estão traduzidos para o português alguns dos textos clássicos da moderna "ciência da ciência": Derek de Solla Price, *O desenvolvimento da ciência* (Rio, Livros Técnicos e Científicos, 1976; trad. Simão Mathias), Thomas S. Khun, *A estrutura das revoluções científicas* (São Paulo, Perspectiva, 1975, e Joseph Ben-David, *O papel do cientista na sociedade* (São Paulo, Pioneira / EDUSP, 1974; tradução de Dante Moreira Leite). Sobre o desenvolvimento da atividade científica no Brasil, veja Fernando de Azevedo (editor), *As ciências no Brasil* (São Paulo, Melhoramentos, 1955,2 vols.), Nancy Stepan, *Gênese e evolução da ciência brasileira* (Rio, Artenova, 1976); Vanya Sant'Anna, Ciência e sociedade no Brasil (São Paulo, Símbolo, 1976); Regina Lúcia Moraes Morel, *Ciência e Estado: a política científica no Brasil* (São Paulo, T. A Queiroz, 1979); Simon Schwartzman e outros, *Formação da comunidade científica no Brasil* (São Paulo e Rio, Cia. Editora Nacional / FINEP, 1979); e Mário Ferri e Shozo Motoyama, *História da ciência no Brasil* (São Paulo e Brasília, EDUSP / EPU / CNPq, 1979-81, 3 vols.). Dois clássicos sobre o tema não foram traduzidos: John D. Bernal, *Social Function of Science* (Nova York, MacMillan, 1973, e Bruno Latour e Steve woolgar, *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts* (Beverly Hills, Sage Publications, 1979). Para uma revisão geral desta literatura, com ênfase nos estudos de tipo econômico, não vistos aqui, veja Fábio E. Erber, "Política cientifica e tecnológica no Brasil: uma revisão da literatura," em *Resenhas de economia brasileira*, João Sayad, editor (São Paulo, Saraiva, 1979). <